

# 莎拉颱風（1989）之分析

汪建良

李清勝

國立台灣大學大氣科學系

## 摘 要

莎拉颱風於1989年9月6日1800UTC在北緯20.4度東經136.5度生成三度轉向後達到強烈颱風之程度。於11日0200UTC由向北轉西北西侵襲台灣，11日1500UTC在花蓮南方登陸後減弱，13日1800UTC進入大陸減弱為熱帶低壓。本文將利用綜觀天氣圖及衛星雲圖，探討其路徑及發展特性。並利用花蓮及高雄雷達降水回波資料、衛星雲圖、台灣附近探空報告及逐時地面觀測報告，分析台灣地形對其結構所產生的影響及其對本省的影響。分析結果顯示，莎拉颱風之路徑雖事前難以預報，但事後分析仍與綜觀天氣系統變化有關，即駛流效應仍佔主導地位，但因太平洋高壓多變，故形成多變之路徑。莎拉颱風之增強過程，集中在10日0300UTC至11日0000UTC中心氣壓下降速率為1.3hPa/hr，較其他時期（如6日1800UTC至8日1800UTC間為0.3hPa/hr）迅速，因在這一期間內，西南方輻合氣流提供大量水汽，有利發展。登陸後，以地面環流而言，其主環流受中央山脈破壞而減弱，氣流受地形作用在台灣東南側形成渦旋，增強後成為主環流中心；但高層環流中心卻依駛流向西北移動。此高低層環流分離之狀況，可解釋侵台期間降水之分佈特性。

## 一、前言

台灣地處副熱帶，夏季經常受颱風侵襲，其夾帶之強風及豪雨，使得人民生命、財產及經濟建設蒙受重大損失，因此對颱風研究實不容忽視。大體而言，當颱風生成時，因目前科技仍無法改造其結構，所以必須對颱風路徑及侵台期間降水及風力分佈有準確之預報，以便在侵台前做好防災措施，降低損失。在民國78年9月6日至13日間的莎拉颱風，正足以說明準確之颱風預報的重要性及困難。

綜觀莎拉颱風的生命史，有三個特殊點值得我們注意。首先，在路徑上共有四次明顯轉向。當其生成後原向西走，各單位均預報將持續西進，卻在8日0300UTC轉向東南；而後滯留於菲律賓東方時，

亦困擾預報人員；10日北移後，在11日接近台灣時，突向西北西偏轉，造成嚴重預報誤差。其次，在其七天的生命中，發展多集中於10日至11日間。再者，當其侵台時，中央氣象局根據侵台路徑，在11日1200UTC預報12日在北部及東北部將有強風及豪雨，但12日實際天氣卻在北部出現晴天，而西南部有豪雨及強風，甚至造成海水倒灌。如此大之預報誤差，確實值得深入探究原因。

在本文中，首先利用700、500、300 mb高度場合成圖討論其路徑演變。再利用衛星雲圖討論其發展及受台灣地形的影響。並以侵台期間地面颱風詳圖及高空圖、花蓮及高雄雷達回波圖、探空斜溫圖，分析颱風環流及對流之演變，與其對降水分佈的影響。

## 二、資料來源

本文所用資料為1989年9月5日0000UTC至13日1200UTC間，每12小時之高空圖。10日0000UTC至13日1200UTC間，中央氣象局所屬地面測站逐時報告。9月6日至13日日本GMS衛星之紅外線及可見光雲圖。9月10日0000UTC至9月14日0000UTC，板橋（46692）、花蓮（46699）、綠島（46780）、東港（46747）的探空資料。其中板橋在12日每6小時一次，其餘皆為每12小時一次；花蓮（46699）在13日0000UTC至14日0000UTC為每12小時一次，其餘時間為每6小時一次；而綠島（46780）則在11日1200UTC缺一次資料，其餘皆為每12小時一次；東港（46740）因故障只有12日1200UTC至14日0000UTC每12小時一次的資料。中央氣象局花蓮及高雄雷達站，提供9月10日1600UTC至12日1200UTC間，每半小時之雷達回波CV圖。

## 三、莎拉颱風強度與路徑分析

莎拉颱風於1989年9月6日1800UTC在北緯20.4度，東經136.5度生成，為輕度颱風（中心氣壓996hPa，最大風速18m/s）。而後向西北西移行，強度逐漸增強。約於8日0300UTC轉向西南，8日1500UTC至10日0300UTC間滯留於菲律賓東方海面，其間於8日1800UTC增強為中度颱風（中心氣壓980hPa，最大風速33m/s）。10日0300UTC後系統北移並迅速發展，11日0300UTC增強為強烈颱風（中心氣壓952hPa，最大風速51m/s）。約於11日1500UTC在花蓮南方登陸後，減弱為中度颱風，12日1800UTC減弱為輕度颱風，13日1800UTC進入大陸減弱為熱帶低壓。其強度與路徑變化如圖1、圖2所示。

就其發展速率而言，在10日0300UTC至11日0000UTC中心氣壓下降速率為1.3hPa/hr，較其他時期（如6日1800UTC至8日1800UTC間為0.3hPa/hr）迅速，因在這一期間內，颱風已達自我發展階段，積雲加熱效應顯著（李，1988），由10日0800UTC可見光雲圖（圖3a）及1200UTC之850mb面氣流線圖（圖3b），可見西南方輻合氣流提供大量水汽；0900UTC之紅外線色調強化（EIR）雲圖（圖3c）與1200UTC150mb面氣流線圖（圖3d）顯示高層有外流。如此上下層配合，有利於系統發展。登陸台灣後，其主環流受山脈破壞而減弱，同時氣流受地形作用在台灣

東南側形成渦旋，增強後成為主環流中心。而後向西北移入大陸，因水汽來源中斷及地表摩擦減弱為熱帶氣旋。

就其路徑而言，事前難以預報，事後比較各階段高空天氣圖（如圖4所示），可發現其路徑與太平洋副熱帶高壓之演變有關係。根據曾與蔡（1980）指出，700、500、300mb之高度場合成圖可為規則或具有較大轉向之颱風路徑的最佳駛流預報圖。以下以轉向時間為界，分為五階段比較此三層合成圖的變化，討論路徑與駛流間的關係。在生成至第一次轉向間（6日1800UTC至8日0300UTC），如圖4（a）所示，太平洋高壓脊呈東西向導引颱風西進。第一次及第二次轉向間（8日0300UTC至9日0300UTC），如圖4（b）所示，颱風西側高壓6240線向南延伸，形成颱風南移。而第二次至第三次轉向間（9日0300UTC至9日1800UTC），如圖4（c）所示，北方高壓之型態並無明顯改變，但東南方之高壓則漸行增強，導引氣流不明顯，颱風緩慢向西移行。在第三次至第四次轉向間（10日1800UTC至11日0900UTC），如圖4（d），此一時期在颱風東南方之高壓環流增強，或可解釋其向北移行。當其逐漸北移接近本省時，如圖4（e）所示，颱風東側之高壓增強使其往西北西移動。綜觀其路徑演變仍受高壓系統影響，但因其間高壓系統多變化，造成四次轉向，增加預報上的困難。

## 四、侵台期間颱風結構的演變：

莎拉颱風在登陸台灣前已發展為強烈颱風（11日0300UTC中心氣壓952hPa，最大風速51m/s）。為將其侵台時所造成之災害降到最低，必須確實掌握其降水及風力分佈，以期能防範於未然。根據過去之研究（如王等，1975；曲，1976、1977；蔡等，1981；林等，1988）指出台灣地形對於颱風環流及降水分佈有強烈的影響，且因個案之強度、路徑的差異有不同的效應。而在莎拉颱風侵台時，即因地形效應，造成了當時的預報與實際有相當大之出入。在此特就其環流場及雨帶、雲系變化探究雨量分佈。

### （一）侵台期間環流的改變：

首先以地面颱風詳圖分析地面環流中心之演變。當颱風接近台灣時，如圖5（a）所示，因氣流由東向西越山脈而過，在山脈西側有副低壓中心生成

，東側則有脊線。於11日1500UTC在花蓮南方登陸後，如圖5(b)顯示台灣西側副低壓漸與主中心合併，而環流在台灣中、南部為由西向東越山脈而過，在東側產生一副低壓中心。主中心因登陸受地形破壞減弱，而為東側副低壓中心取而代之，成為環流中心北移(參見圖5c)。此點可由圖6花蓮測站地面氣壓的變化看出，第一個最低值之出現與颱風登陸有關；登陸後氣壓回升，但隨後又下降出現第二個最低值，此乃由於副低壓發展後北移所致。當颱風遠離後，由圖5(d)顯見其外圍環流因過山效應，在台灣西側有高壓脊，東側則有低壓槽存在。

接著討論高空環流演變。由上節所述，在接近台灣時，莎拉颱風受駛流影響而向西行。當其登陸後，因駛流場並未有明顯變動，故颱風仍維持西進。但因地形破壞低層環流，而形成高低層環流分離。由圖7中看到，莎拉颱風侵台期間高低環流的變化。在此以850mb表示低層環流，500mb、300mb表高層環流，在圖7(a)中可見登陸前，高低層環流一致。在圖7(b)則看出低層、高層環流有差異。而由圖8可見板橋所測之高空風場在12日1200UTC，因高低層環流不一致，而有明顯的垂直變化。

## (二) 侵台期間雨帶及雲系演變

颱風之降水主要來自螺旋雨帶及眼牆雨帶，在台灣地區，則地形之影響非常重要。然而地形之影響，在氣候統計資料上即可反應出來。所以為求降水預報之準確，必先掌握颱風所伴隨雨帶之演變。而雷達為最有效之觀測工具，在此以花蓮及高雄雷達回波圖，探討颱風侵台期間之降雨分佈與雨帶演變之關係。

若以9日1600UTC至13日0600UTC總雨量分佈而言(參見圖9a)，因颱風由東而來在花蓮南方登陸，宜蘭山區是迎風面，受地形影響，降雨量最大值出現在古魯(1421公厘)。但若以每3小時累積雨量，則因颱風雲系、雨帶的改變，造成登陸前如圖9(b)顯示，降水最大值出現在宜蘭山區，登陸後如圖9(c)中看到，降水最大值出現在西南部山區。

以上所述，可由圖11及圖12明白表示。圖11為花蓮(46699)探空求得之垂直風場及 $\theta_e$ 時間序列，可看到在11日0600UTC，700mb以下為對流性不穩定，在11日1200UTC時，風速明顯增強，因地形舉升釋放不穩定度，大氣近於中性穩定，到了12日UTC風向明顯的由東北風轉為西南風，大氣又呈對流性不

穩定。由圖12花蓮(46699)12日1200UTC之斜溫圖，顯見因過山效應下沉增溫，減少了700mb以下的水汽(中央山脈之高度約與700mb而高度相同)。

在11日0200UTC，花蓮雷達已可分析出颱風的螺旋雨帶及眼牆雨帶。由雷達回波圖圖10(a)、(b)可看出，在未受台灣地形影響前，螺旋雨帶位於颱風中心前進方向上，隨時間有逆時針旋轉；眼牆雨帶則呈不對稱。當其離台灣越來越近時，由圖10(c)可見，因受地形影響增強低層氣流輻合而增強螺旋雨帶，其靠近台灣一側之眼牆雨帶亦有加強的現象。如圖10(d)所示在登陸前，因地形舉升作用，釋放對流不穩定(參見圖11)，更加强其螺旋雨帶，此時颱風眼範圍有收縮現象。但因中心以南氣流由西向東越山而來(圖未示)，無法提供足夠水汽，使得對流減弱，如圖10(e)所示。登陸後，因氣流轉變為由西向東越山而過，因下沉增溫造成逆溫且減少低層水汽，使得東側未有組織性對流，由衛星雲圖可清楚顯示台灣北部出現雲洞(參見圖13c, d)，造成雨量預報誤差。

由圖13紅外線衛星雲圖、花蓮及高雄雷達回波合成圖，可比較得知在登陸前，颱風完整有明顯颱風眼(圖13a)，且台灣東側對流較旺盛(圖13b)，使得3小時累積雨量最大值出現在宜蘭山區(圖9b)；登陸後，在台灣北部出現雲洞(圖13c)，西側之對流較東側旺盛(圖13d)，3小時累積雨量最大值出現在西南山區(圖9c)。而之所以有如此的演變，或可由前述高低層環流中心分離解釋：東部雖產生低壓中心，但因缺乏高層環流配合無法發展，且因氣流下沉效應無強對流；而西側則因高層環流增強低層輻合，加強對流。

## 五、討論

台灣因處多颱風地區，常因颱風侵襲而蒙受損失，但也使得台灣有地利之便來觀測颱風。由以上之分析，在此對未來之颱風研究提出一些淺見。

(一) 以莎拉颱風路徑與太平洋副熱帶高壓演變間的關係看出，駛流效應仍佔重要地位，但因太平洋副熱帶高壓多變，使得預報上出現甚大之誤差。此一特點可說明，若能事前掌握太平洋高壓的變動，則有助於路徑預報。但在本文中，對兩者的關係僅止於定性描述，諸如駛流場之決定、駛流效應分析等，皆須進一步深究。

(二) 莎拉颱風侵台期間，因受地形影響發生高低層分離的現象，是造成降水及風力分佈預報誤差的主因。在此僅為現象描述，其間之物理過程，因受限於資料，無法更進一步研究，或許可由模式模擬進行了解。

(三) 由於莎拉颱風由東而來，花蓮雷達能觀測到颱風對流的演變，值得更進一步的分析。若能再與其他個案進行比較分析，當更有助於對颱風對流結構的認知。

## 誌 謝

本文資料由中央氣象局及空軍氣象中心提供，在此特申謝意。同時感謝中央大學陳台琦教授，葉青青、黃康寧在處理雷達資料上，所提供之協助。洪藍傳與曾美齡在打字及圖表整理上之協助，在此一併致謝。本研究在國科會專題研究計劃 NSC79-0202-M002-25 支助下完成。

## 參考文獻

王時鼎、林則銘與俞家忠，1975：颱風侵襲時台灣海島對風場分析與預報之影響。大氣科學，2，23-35。

曲克恭，1976：台灣地形與颱風環流之分析研究。氣象預報與分析，68，9-26。

———，1977：中央山脈對颱風影響之分析研究。氣象預報與分析，72，1-21。

李清勝，1988：颱風之生成和發展。大氣科學，16，237-252。

林雨我與徐晉淮，1988：侵襲台灣颱風之降水分佈研究。氣象學報，34，3，196-215。

曾振發與蔡清彥，1980：北太平洋西部颱風路徑之綜觀天氣研究。國立台灣大學大氣科學系研究報告，TYFN-01號。32頁。

蔡清彥、周根泉與陳正改，1981：台灣地區之颱風風速分佈。國立台灣大學大氣科學系研究報告，LO-CIR-04號，17頁。

Brand, S. and J. W. Blelloch, 1974: Changes in the characteristics of typhoons corssing the island of Taiwan. Mon. Wea. Rev., 102, 708-713.

Marks, F. D., 1985: Evolution of the structure of precipitation in hurricane Allen (1980). Mon. Wea. Rev., 113, 909-930.

Pao, H. -P., 1976: The effects of mountains on a typhoon Vortex as identified by laboratory experiments. 大氣科學，3，55-66.

Parrish, J.R., R.W. Burpee and F.D. Marks, 1982: Rainfall patterns observed by digitized radar during the landfall of hurricane Frederic (1979). Mon. Wea. Rev. 110, 1933-1944.

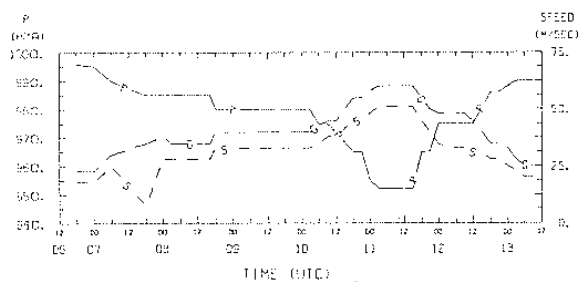
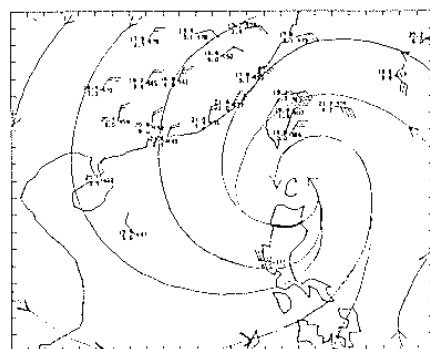


圖 1：莎拉颱風強度變化。



(b) 10日1200UTC850mb面氣流線圖。

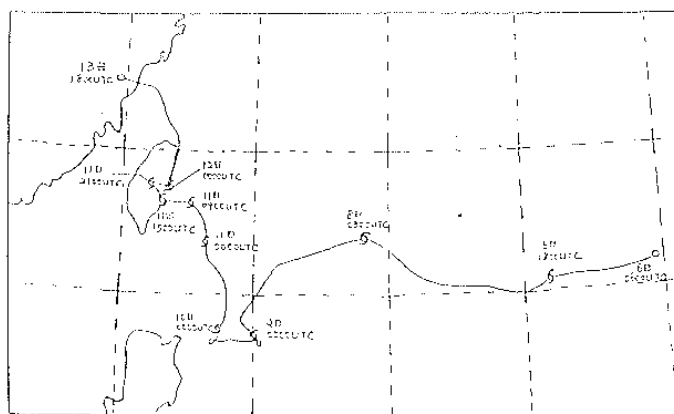


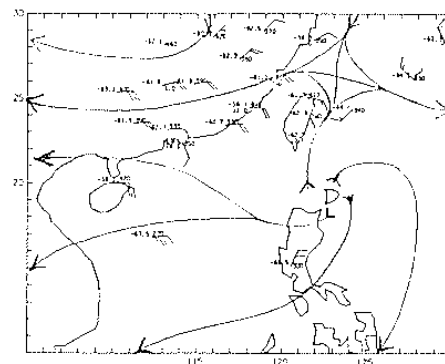
圖 2：莎拉颱風路徑圖。O表示為熱帶氣旋，S則表示颱風。



(c) 10日0900UTC日本GMS衛星紅外線色調強化 (EIR) 雲圖。

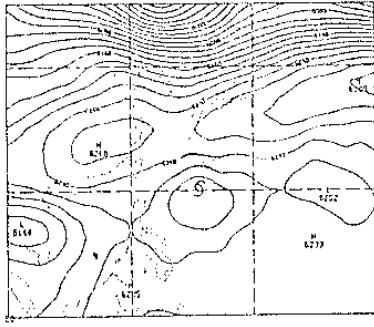


(a) 10日0800UTC日本GMS衛星可見光雲圖。

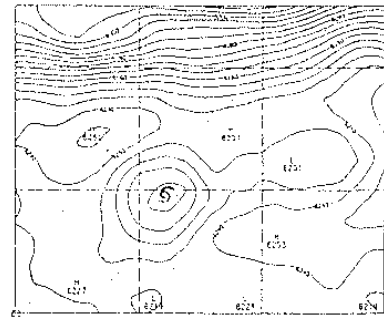


(d) 10日1200UTC150mb面氣流線圖。

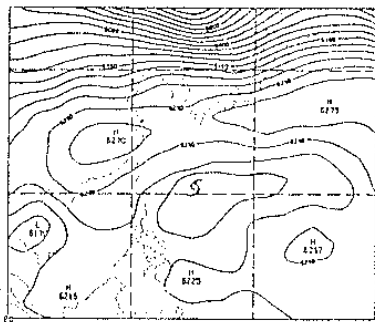
圖 3：氣流線圖範圍為東經105度到135度，北緯5度到30度。雲圖上以S標示地面颱風中心。



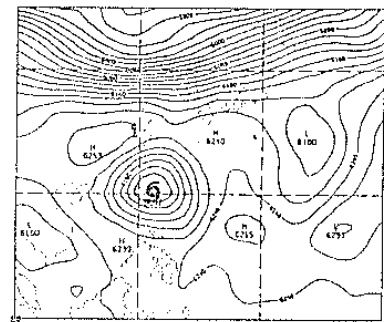
(a) 7日1200UTC，太平洋高壓脊呈東西走向，導引颱風西進。



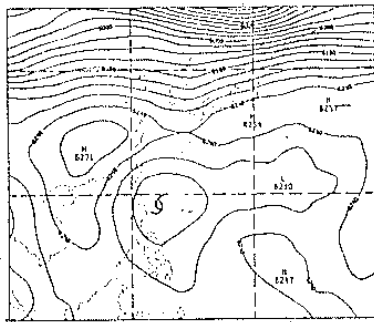
(d) 10日0000UTC，在颱風東南方出現高壓。



(b) 8日0000UTC，太平洋高壓脊仍呈東西走向，但西側向南伸展。



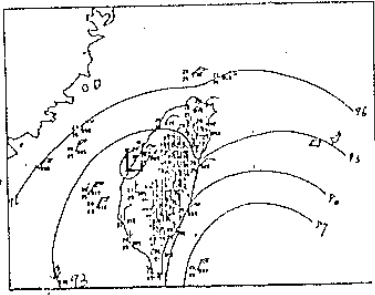
(e) 11日0000UTC，颱風受西側高壓導引，轉向西北西。



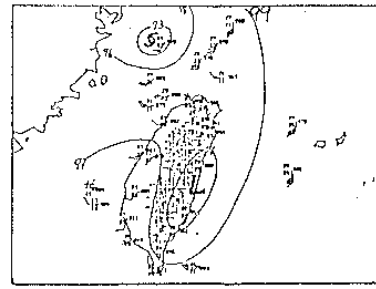
(c) 9日0000UTC，太平洋高壓減弱。

圖 4：700，500，300 mb高度合成圖，各圖範圍為東經100度到160度，北緯0度到50度。

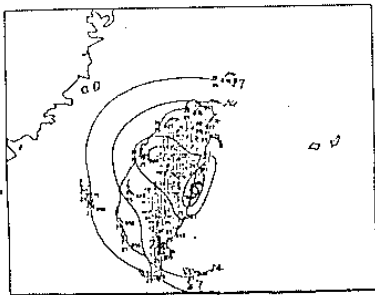
圖 5：地面颱風詳圖：



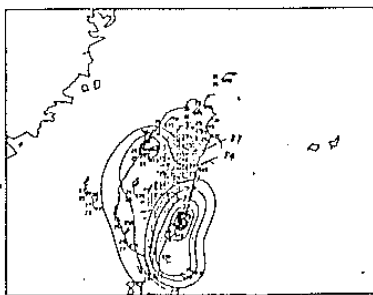
(a) 11日 0000UTC，颱風接近時山脈西側有副低壓，東側則有高壓脊。



(d) 13日 0800UTC 遠離後，因外圍環流影響，在西側有高壓脊，東側有低壓槽。



(b) 11日 1500UTC 登陸台灣，西側副低壓漸與主中心合併，台灣東南側則有另一低壓副中心產生。



(c) 11日 2100UTC 登陸後，東側之副低壓中心已取代主中心。

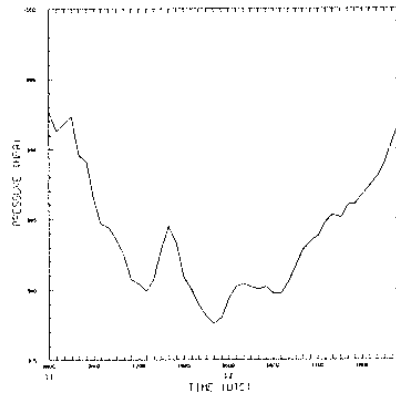
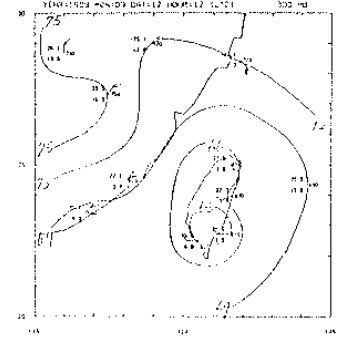
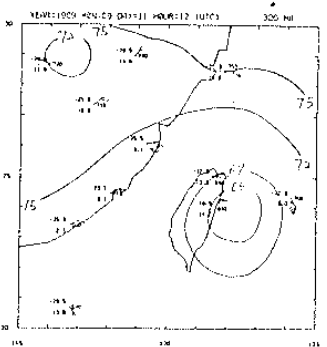
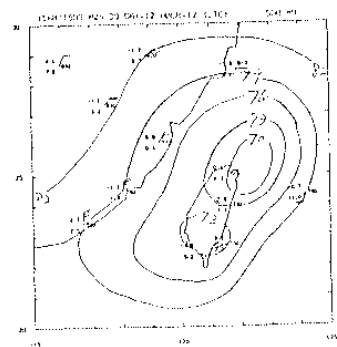
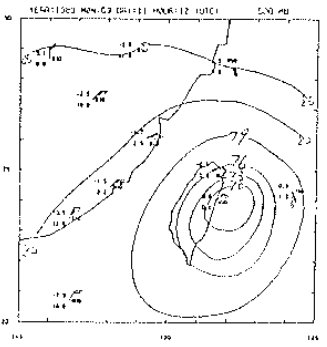
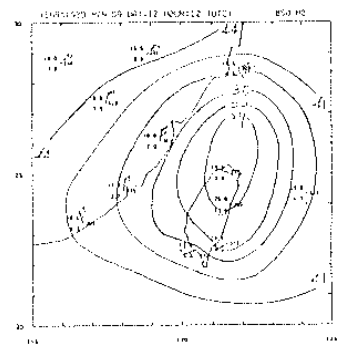
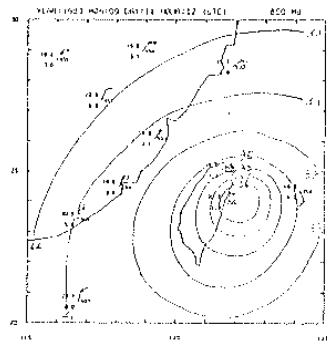


圖 6：花蓮測站（46699）11日 0000UTC 至 12日 2300 UTC 地面氣壓變化圖。



(a) 11日 1100UTC，登陸前地形效應不顯著，高低層環流一致。

(b) 12日 1212UTC，登陸後地形效應使得低層副中心取代原主中心，但高層則仍向西北移動。

圖 7：颱風侵台期間高低層環流的演變。以 850mb 表示低層環流 500mb、300mb 表示高層環流。



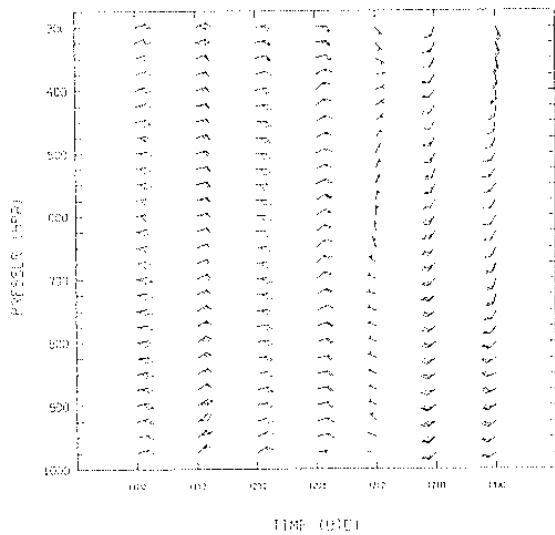
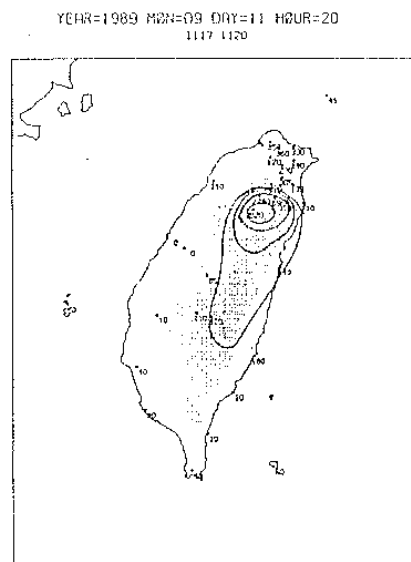
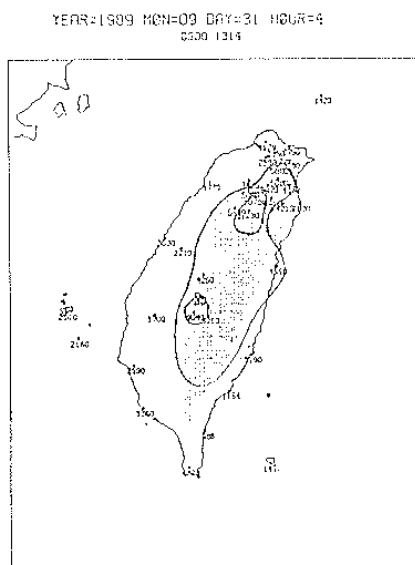


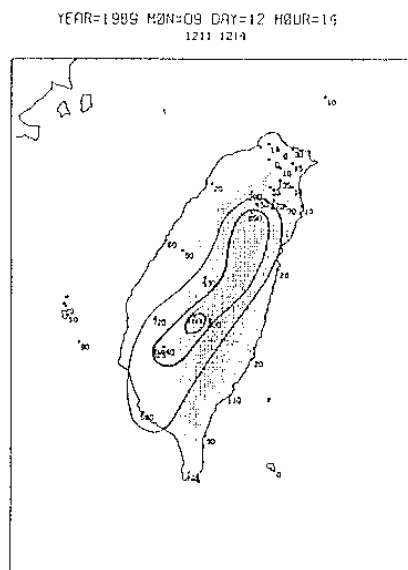
圖 8：板橋（46692）探空求得之垂直風場時間序列。



(b) 11日 17LST至 11日 20LST 3小時累積雨量圖，最大值出現在東北部山區。

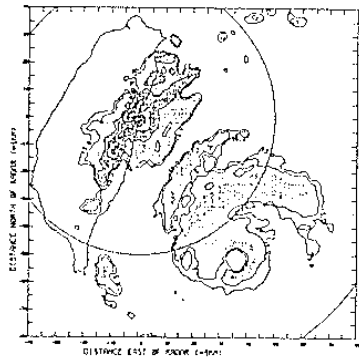


(a) 09日 00LST至 13日 14LST 累積雨量圖，最大值出現在東北部山區，次大值在西南部山區。

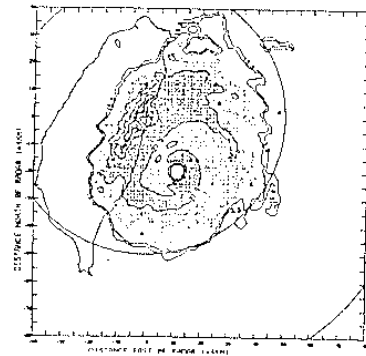


(c) 12日 11LST至 12日 14LST 3小時累積雨量圖，最大值出現在西南山區。

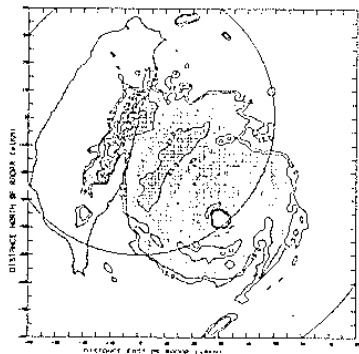
圖 9：雨量分佈：等值線為 400、800、1600、3200mm。



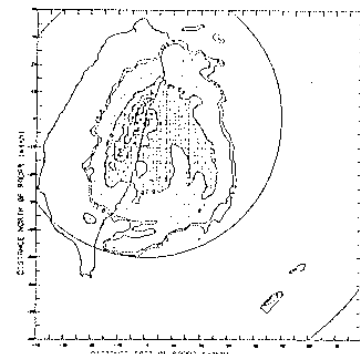
(a) 11日 0200UTC 顯示螺旋雨帶位於颱風中心前進方向上，眼牆雨帶不對稱。



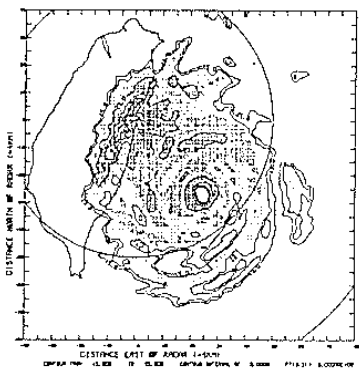
(d) 11日 1200UTC，登陸前，螺旋雨帶更加強，颱風眼範圍收縮。



(b) 11日 0530UTC，與 (a) 比較，看出螺旋雨帶逆時針旋轉。



(e) 11日 1430UTC，中心南側對流較弱。



(c) 11日 0800UTC，因颱風離台灣較近，低層輻合增強，使螺旋雨帶及眼牆雨帶皆增強。

圖 10：花蓮雷達回波 CV 圖。"十"表示雷達站位置，圓弧線表示距離雷達站 200 及 400 km。等值線最低值為 15 dBZ 間距為 5 dBZ；陰影越深表示回波越強。

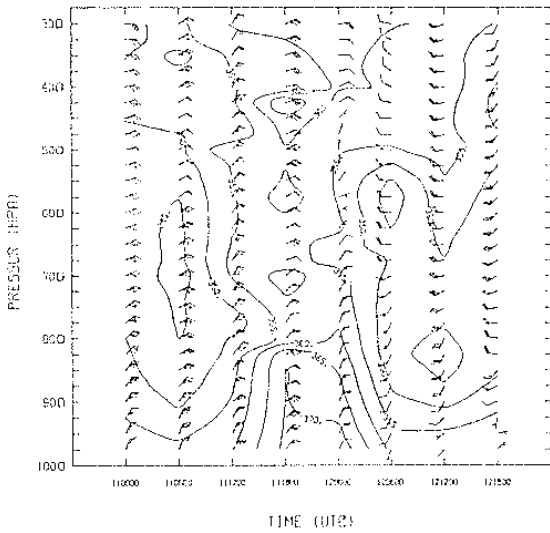


圖 11：花蓮（46699）11日 0000UTC 至 12日 1800UTC 探空求得垂直風場及  $\theta_e$  ( $^{\circ}$  K) 之時間序列。

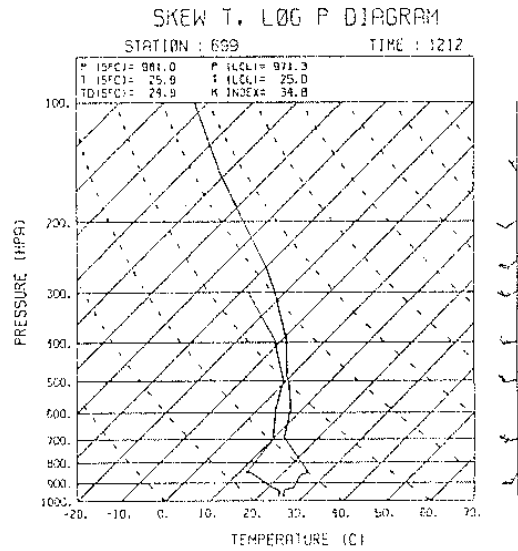


圖 12：花蓮（46699）12日 1200UTC 探空斜溫圖，可見氣流由西向東，下沉增溫，減少低層水汽。

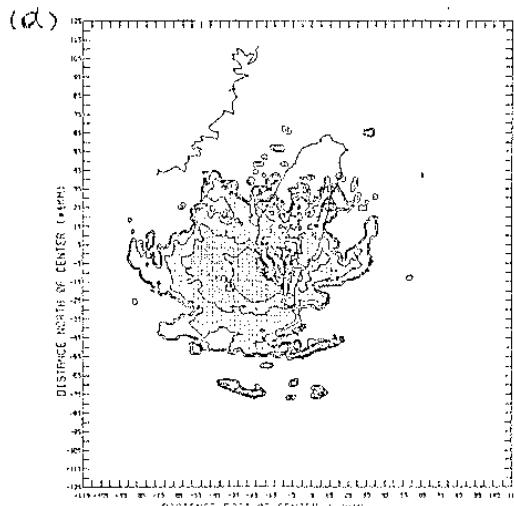
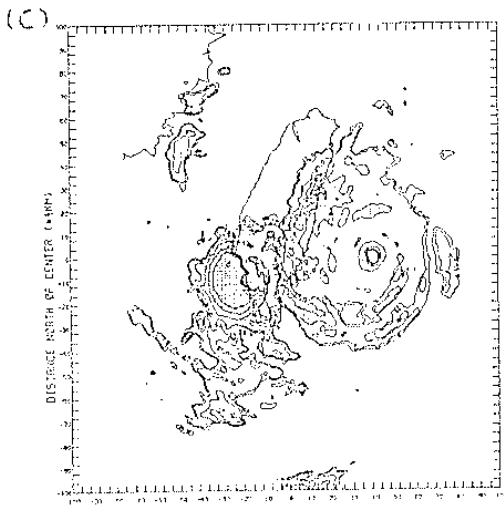
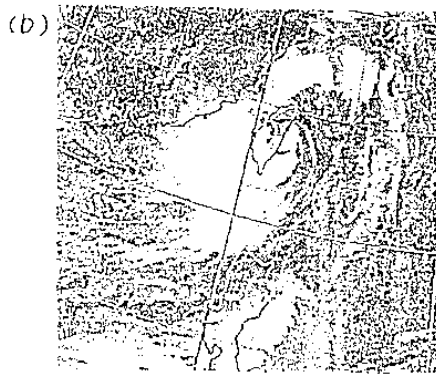
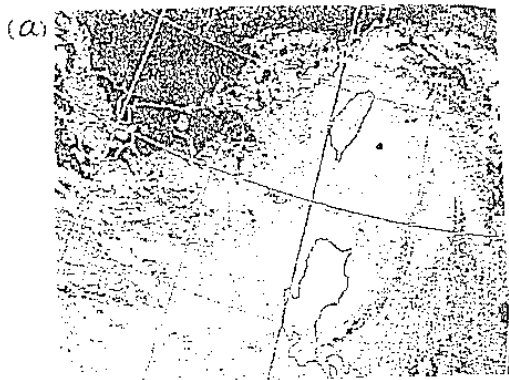


圖 13：(a)、(b) 分別為 11 日 0800UTC 日本 GMS 衛星紅外線雲圖、花蓮及高雄雷達回波合成圖，顯示登陸前，颱風雲系完整，台灣東側對流旺盛。(c)、(d) 則為 12 日 0200UTC 日本 GMS 衛星紅外線

